La biodiversidad: origen y conservación

EN PORTADA

Las cuentas de la vida

En 1982 el entomólogo estadounidense Terry Erwin publicó un estudio sobre cómo estimar el número total de especies de artrópodos que existe.

Comenzaron estimando el número de especies de escarabajos que viven en la copa de un árbol tropical; el elegido fue el guácimo (*Luehea seemannii*) de las selvas de Panamá. Para ello, hicieron un muestreo de escarabajos en 19 ejemplares de guácimo. El método consistió en aplicar una nube de insecticida a la copa de los árboles y recoger los ejemplares en trampas con forma de embudo. Se encontró una media de 1200 especies de escarabajos por árbol.

Con sus conocimientos sobre trabajos anteriores, en particular sobre los artrópodos, propusieron la siguiente secuencia lógica:

- De las 1200 especies de escarabajos recogidos de las copas, 160 estarían ligadas exclusivamente a esa especie de árbol.
- Los escarabajos constituyen aproximadamente el 40 % de los artrópodos. Luego, en la copa de un árbol vivirían unas 400 especies de artrópodos.
- Del total de artrópodos que viven en un árbol, solo dos tercios viven en las copas. Luego, en el árbol completo habría unas 600 especies.
- Si cada una de las 50 000 especies diferentes de árboles tropicales acoge a un número similar de artrópodos, el resultado es que el número de especies de artrópodos en todo el mundo excede los treinta millones.

Estos cálculos llevaron a Erwin a estimar en unos cien millones el total de especies en la Tierra. Cifra que fue considerada exagerada por algunos de sus colegas.

Figura 4.1. Un grupo de entomólogos trabaja en la recogida de muestras en la selva.

En la Web

Observa cómo trabajan y cuentan los científicos en el campo.

www.e-sm.net/svbg1bach04_01

1. Algunos colegas de Erwin redujeron la cifra de 160 a 16 el número de especies de escarabajos exclusivas de una especie de árbol, aunque consideraron que solo un tercio estaba en la copa. ¿Cuál sería el número de especies de artrópodos según estas nuevas estimaciones?
2. ¿"Diversidad de vida" es sinónimo de "diversidad de especies"? ¿Por qué?
3. ¿Cómo crees que se ha originado la extraordinaria biodiversidad existente en el planeta?
4. ¿Qué tipos diferentes de artrópodos reconoces en la página anterior? ¿Por qué lo sabes?

Diversidad de artrópodos en el bosque panameño.

1 ¿Qué es la biodiversidad?

Figura 4.2. Las especies son grupos de poblaciones naturales que se pueden cruzar entre sí y no pueden hacerlo con otros grupos.

Figura 4.3. Entre los individuos de la misma especie existen diferencias genéticas que, en ocasiones, se reflejan en su aspecto externo.

El término **biodiversidad** tiene el mismo significado que **diversidad biológica** y abarca conceptualmente toda la variedad de la vida. La idea que encierra este término es importante y compleja, como lo es la propia vida. Por eso, para explicar mejor su significado, los científicos suelen diseccionar la biodiversidad en tres componentes: **especies**, **genes** y **ecosistemas**.

1.1. La biodiversidad específica

La **diversidad específica** es la variedad de especies que existen en una región, o en toda la biosfera. Por ejemplo, en un bosque mediterráneo pueden encontrarse diferentes especies: la encina, el alcornoque, el olivo silvestre, el conejo, el lince, etc.

Con frecuencia, la idea de diversidad de especies se generaliza al concepto más amplio de **diversidad taxonómica**, es decir, a grupos más amplios de seres vivos como clases (mamíferos, aves, insectos, etc.) o reinos (animales, hongos, etc.).

¿Cuántas especies viven actualmente en la Tierra? Aunque esta sea aparentemente una de las preguntas más simples sobre biodiversidad, se desconoce la respuesta. Los biólogos son conscientes de que los **1,7 millones de especies catalogadas** hasta la fecha representan solo una pequeña parte del número que realmente existe.

Para hacer una estimación del número total de especies, se suelen utilizar dos métodos. Uno se basa en el estudio intensivo de grupos de especies en sitios pequeños, como lo hizo Erwin. El otro se basa en identificar todas las especies presentes en una región particular. La estimación actual está en torno a los **10 millones de especies**.

1.2. La biodiversidad genética

La **diversidad genética** es la variabilidad que existe en la información genética de los individuos de la misma especie. Hay conejos, por ejemplo, que poseen genes para pelaje claro y otros para pelaje oscuro, o encinas cuyas hojas tienen el borde prácticamente liso mientras otras poseen hojas de borde espinoso.

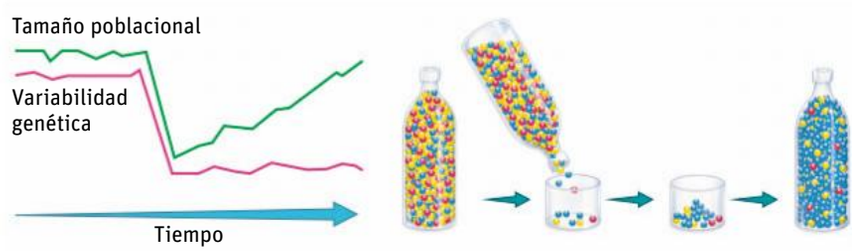
La diversidad genética se puede medir utilizando la diversidad de genes, la heterocigosidad, o el número de alelos por locus.

INTERPRETAR

5. Un cuello de botella genético

En 1962, una anormal estación de lluvias en el cráter del Ngorongoro (Tanzania) favoreció el desarrollo de una plaga de moscas mordelonas (*Stomoxys calcitrans*) que redujo a 15 individuos la población de leones (*Panthera leo*). De ellos desciende la actual población de leones del Ngorongoro, formada por unos cien individuos, que presenta graves problemas reproductivos y de supervivencia.

Este es un ejemplo de lo que sucede cuando, de todos los genes de una población, solo se transmiten unos pocos. En la gráfica se representa qué sucede con la diversidad genética de una población cuando pasa por un "cuello de botella".



a) Describe la gráfica y sitúa en ella el paso por el "cuello de botella".

b) ¿Qué consecuencias tiene sobre la diversidad genética de la población de leones?

1.3. La biodiversidad ecológica

La **diversidad ecológica** es la variedad de comunidades biológicas que interactúan entre sí y con sus ambientes no vivos, es decir, la variedad de ecosistemas.

En un continente esta diversidad se refleja en la diversidad de bosques, praderas, desiertos o lagos. En una zona más limitada, como por ejemplo una montaña, la diversidad ecológica se manifiesta en los diferentes tipos de comunidades que se suceden, en este caso, conforme se asciende desde la base a la cima.

Es la más difícil de definir y medir porque los ecosistemas no tienen fronteras cerradas. Los intentos de medida se centran en calcular la variedad de comunidades bióticas de una región junto con la variación de las condiciones físicas presentes.

LA CIENCIA Y SUS MÉTODOS

Cómo calcular la diversidad de especies

La diversidad de especies es una propiedad emergente de las comunidades biológicas. Para determinarla se han desarrollado diferentes índices que miden, simultáneamente, el **número de especies**, su **riqueza** y la **abundancia relativa** de cada una de ellas.

Un índice de fácil aplicación es el índice de diversidad de Simpson que podemos representar de la siguiente manera:

$$D = 1/\Sigma p_i^{\,2}$$

Siendo $p_i = n_i/N$, donde n_i es el número de individuos de la especie i y N es el número total de individuos. Con otras palabras, p_i es la abundancia relativa de la especie i.

Cuanto mayor es el índice de Simpson, mayor es la diversidad de especies.

Utilizaremos un ejemplo teórico para medir, y poder comparar, la diversidad de especies de tres ecosistemas.

Para ello seguiremos los siguientes pasos:

1.º Completamos la tabla con los datos relativos a cada ecosistema.

2.º Calculamos el índice de Simpson en cada caso.

3.º Ordenamos los ecosistemas según su diversidad de especies.

- El **ecosistema 1** solo contiene dos especies (a y b), ambas con el mismo número de individuos.
- El **ecosistema 2** tiene tres especies (a, b y c), las tres con el mismo número de individuos.
- El **ecosistema 3** tiene tres especies (a, b y c) pero la especie a es muy abundante, el 80 %, y las otras dos especies, b y c, tienen solo el 10 % de individuos.

Ecosistema 1			Ecosistema 2			Ecosistema 3		
	$p_1 = n_1/N$	p_1^2		$p_2 = n_2/N$	p_2^2		$p_3 = n_3/N$	p_3^2
a	0,5	•••	a	1/3 = 0,33	•••	a	0,8	•••
b	0,5	•••	b	0,33	•••	b	0,1	•••
c		•••	c	0,33	•••	c	0,1	•••
Σp_1^2 = •••			Σp_2^2 = •••			Σp_3^2 = •••		
$D_1 = 1/\Sigma p_1^2$ = •••			$D_2 = 1/\Sigma p_2^2$ = •••			$D_3 = 1/\Sigma p_3^2$ = •••		

ACTIVIDADES

6. Antes de realizar los cálculos haz una predicción sobre cuál es el ecosistema con mayor diversidad de especies. ¿Y el de menor?

7. Utiliza la fórmula de Simpson para calcular la diversidad ecológica de los tres ecosistemas. ¿Cuál es el más diverso? ¿Y el menos diverso? ¿Coinciden estos resultados con tu estimación inicial?

2 El origen de la biodiversidad

Detalle de una escena de caza de la tumba de Nabamun en Tebas.

La realidad no siempre es lo que parece

Si comparamos las especies actuales con las de hace más de dos mil años o las del antiguo Egipto, no es fácil encontrar diferencias.

La observación de la naturaleza constituye una fuente de información indiscutible para la ciencia. Sin embargo, en ocasiones esta observación se ha convertido en un obstáculo para el progreso científico. Es el caso de algunas falsas "evidencias de sentido común", observaciones que parecen tan obvias e indiscutibles que se considera innecesario comprobarlas.

Las especies permanecen inmutables, la Tierra es plana, el Sol gira alrededor de la Tierra, etc. En contra de estas observaciones ha tenido que luchar la ciencia para poder avanzar.

En la Web

Observa cómo actúa la selección natural.

www.e-sm.net/svbg1bach04_02

¿Cómo se ha originado la extraordinaria diversidad de vida? Los científicos están de acuerdo en que todos los seres vivos tienen un origen común y que la biodiversidad que hay en la Tierra es el resultado de cuatro mil millones de años de evolución.

Sin embargo, la idea de cambio en los seres vivos no ha resultado tan obvia en todas las épocas. Hasta el siglo XIX predominaron las ideas **fijistas** que consideraban a las especies inmutables, fijas con el paso del tiempo. Las propuestas **evolucionistas**, primero de Lamarck y después de Darwin y Wallace, cambiaron para siempre nuestra visión del mundo y de nosotros mismos.

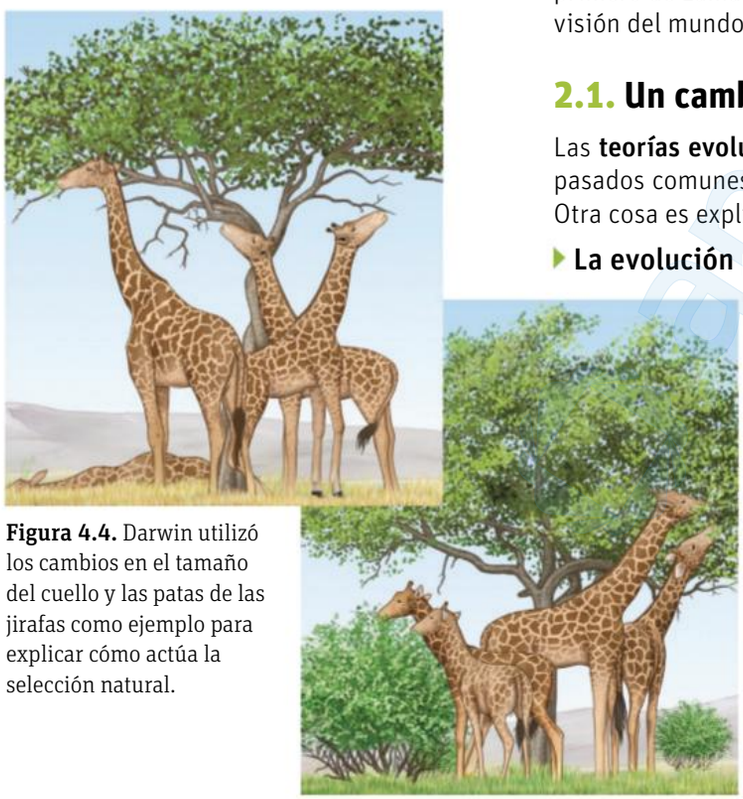


Figura 4.4. Darwin utilizó los cambios en el tamaño del cuello y las patas de las jirafas como ejemplo para explicar cómo actúa la selección natural.

2.1. Un cambio lento y gradual

Las **teorías evolucionistas** proponen que las especies actuales descienden de antepasados comunes y que han cambiado, y siguen haciéndolo, con el paso del tiempo. Otra cosa es explicar cuál es el mecanismo que produce ese cambio.

La evolución por selección natural

Charles Darwin (1809-1882) en su obra, *Sobre el origen de las especies*, publicada en 1859, propuso una explicación causal para la evolución: **la teoría de la selección natural**. Una propuesta similar fue planteada, de forma independiente, por el también británico **Alfred Russell Wallace** (1823-1913).

Darwin supuso que un mecanismo similar a la selección artificial, propia de los criadores, debía actuar sobre las poblaciones naturales en su medio ambiente. A este mecanismo lo denominó **selección natural**. La explicación darwinista de la evolución de los organismos por selección natural se basa en los siguientes principios:

- Los individuos que forman una población **varían en los rasgos que poseen**, como el tamaño o la forma.
- **Algunas de las diferencias o variaciones son hereditarias**, es decir, que se transmiten a la descendencia.
- **Nacen más seres vivos de los que pueden sobrevivir.** Así, solo algunos individuos sobreviven el tiempo suficiente para dejar descendencia y, entre los que lo hacen, unos dejan más descendencia que otros.
- El subconjunto de la población que sobrevive mejor y produce más descendencia, no es una muestra al azar de la población. La **selección natural** se produce cuando los individuos que poseen ciertas características, sobreviven y dejan más descendencia que otros individuos sin dichas características.

El resultado es que, a lo largo de sucesivas generaciones, se producirá un **cambio gradual** de aquellas variantes hereditarias ventajosas (aumentarán); como consecuencia, la población **evoluciona**.

ACTIVIDADES

8. Darwin encontró en las islas Galápagos cormoranes que no podían volar, pues sus alas estaban muy reducidas. Utiliza los cuatro principios básicos de su teoría para explicar la evolución de estas aves.

El neodarwinismo y la teoría sintética

En 1900 se produjo un acontecimiento que cambió el rumbo, no solo el de la teoría evolutiva, sino el de toda la Biología del siglo XX. Se "redescubrieron" las leyes de la herencia propuestas por Mendel y, con ellas, la existencia de factores precisos (genes) que determinaban la herencia. La consecuencia, casi inmediata, fue la formulación de dos nuevas teorías:

- La **teoría cromosómica de la herencia**, sobre la localización de los factores hereditarios en los cromosomas.
- La **teoría de la mutación**, sobre los cambios que se producen en los factores hereditarios.

El descubrimiento de la mutación permitió explicar cómo se origina la variación que existe dentro de las poblaciones. Así, la diversidad de colores del iris de los humanos surgió por mutación del gen original de tonos marrones.

Saber que los factores hereditarios estaban en los cromosomas ayudó a comprender cómo esta variación se combina, incrementándose de forma considerable, por la reproducción sexual.

La casi olvidada teoría de Darwin recibió así un nuevo impulso: si hay factores hereditarios que determinan la herencia de los caracteres, los cambios en dichos factores originarán cambios heredables en los caracteres, es decir, **evolución**.

En el año 1937, Theodosius Dobzhansky recuperó en su obra *Genética y origen de las especies* las ideas de Darwin aunque con un mayor soporte científico. El resultado fue la denominada **teoría sintética**. Esta teoría se basa en que **la unidad evolutiva no es el individuo sino la población**. La selección actúa sobre el individuo pero es la población la que evoluciona.

- **La reproducción diferencial** es el mecanismo que produce la selección. Es decir, las condiciones ambientales favorecen la reproducción de aquellos individuos que están mejor adaptados a esas condiciones. Así, un determinado conjunto de genes irá constituyendo poco a poco el conjunto dominante.
- La evolución se produce por un **cambio gradual** en la constitución genética de las poblaciones.

smSaviadigital.com OBSERVA
La selección natural en acción.

a. Si hay una variación hereditaria...
(La diferencia en el color de las alas se debe a dos alelos de un único gen A y a).

b. ... se traduce en diferente éxito reproductor... (Las aves encuentran y comen más mariposas oscuras que claras).

	Frecuencia del alelo A	Frecuencia del alelo a
Inicio	0,5 (10 de 20 alelos presentes)	0,5 (10 de 20 alelos presentes)
Final	0,625 (5 de 8 alelos presentes)	0,375 (3 de 8 alelos presentes)

c. ... entonces se produce evolución.
(La frecuencia de los alelos ha cambiado en las polillas supervivientes).

Figura 4.5. Evolución por selección natural de una población de 10 polillas.

2.2. Saltacionismo frente a gradualismo

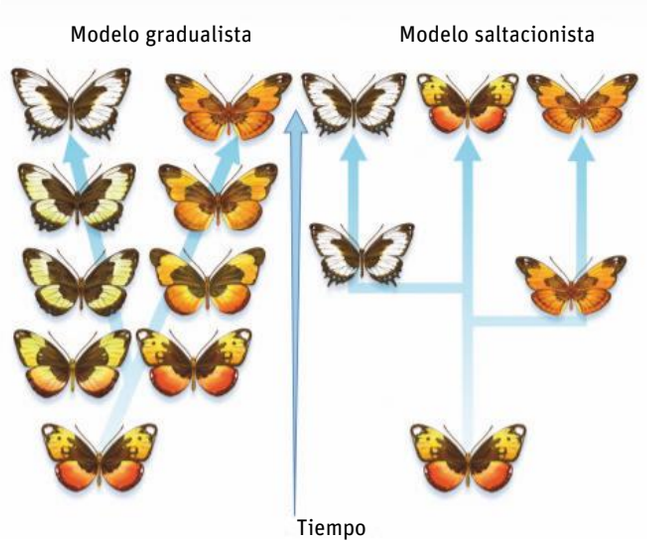


Figura 4.6. Comparación entre el gradualismo y el saltacionismo.

Tanto la teoría de Darwin como la teoría sintética son **teorías gradualistas**, es decir, sostienen que los cambios evolutivos se producen como consecuencia de la acumulación lenta y progresiva de pequeños cambios. Sin embargo, los datos que proporciona el registro fósil no siempre encajan con este modelo gradualista.

En la década de 1970, los paleontólogos estadounidenses Stephen Jay Gould y Niles Eldredge propusieron una alternativa al modelo gradualista que denominaron de los **equilibrios interrumpidos**. Esta teoría se basa en:

- El registro fósil no cuenta, salvo alguna excepción, con las **formas intermedias** que deberían aparecen si la evolución fuera lenta y gradual.
- **La evolución sucede de manera muy irregular**, con paradas y bruscos acelerones. Las nuevas especies resultan de momentos de explosión evolutiva a los que siguen largos períodos de estabilidad, o "estasis", en los cuales las especies permanecen prácticamente constantes.

Esta forma de pensamiento, opuesta al gradualismo, se conoce como **saltacionismo**.

2.3. Evo-devo: ¿el nuevo paradigma?

El neodarwinismo explica muy bien el ajuste fino (microevolución) de los organismos a su medio. Pero ¿cómo explicar los grandes cambios (macroevolución) que están detrás del saltacionismo? La respuesta podría venir de una teoría evolutiva emergente que se conoce como **evo-devo** (de evolución y *development*, 'desarrollo' en inglés) y que relaciona los cambios que están en el origen de los grandes grupos de organismos con cambios en genes relevantes para el desarrollo embrionario.

Figura 4.7. Un solo gen es el causante de que en las moscas solo aparezca un par de alas. Una mutación de este gen origina moscas con cuatro alas.

Los estudios de finales del siglo XX sobre el control genético del desarrollo embrionario en los animales revelaron que el número de genes que determinan el diseño corporal de un individuo es increíblemente reducido y que, con frecuencia, son los mismos genes, o muy parecidos, en diferentes organismos.

Aún resultó más sorprendente comprobar que estos pocos genes pueden controlar procesos del desarrollo muy diferentes entre sí.

La conclusión es que la ingente diversidad morfológica de los animales está generada por un grupo muy pequeño de genes, lo que se conoce como "caja de herramientas genética"; a ella se recurre de forma reiterada para construir el cuerpo de cualquier animal. Esto implica que pequeñas variaciones en estas "herramientas" pueden ser el origen de importantes novedades morfológicas (Fig. 4.7).

La evo-devo, como los equilibrios interrumpidos, no refuta en modo alguno el neodarwinismo, sino que lo completa en el marco de una teoría evolutiva mucho más comprensiva.

ACTIVIDADES

9. Los darwinistas actuales resumen en una frase la esencia de su teoría: "La evolución por selección natural se produce cuando las variaciones heredables conllevan diferencias en el éxito reproductor". Utiliza esta frase para justificar en qué casos no se produciría evolución.

10. Entre las especies actuales hay algunas, como el *Nautilus*, que han permanecido estables durante muchos millones de años. ¿Qué teoría evolutiva explicaría mejor este hecho?

3 Cómo se originan nuevas especies

Todos los seres vivos de este planeta, con su extraordinaria diversidad, proceden de un único ancestro común. Si esto es así, la evolución no solo debe explicar cómo cambia una especie y se transforma en otra, sino también cómo a partir de una especie pueden formarse dos o más, y de ellas otras tantas, y así sucesivamente hasta poder alcanzar la biodiversidad actual. El proceso por el que a partir de una especie se forman dos o más se denomina **especiación**.

No existe un único modelo para explicar la especiación en el que todos los científicos estén de acuerdo. La gran diversidad de casos y las diferentes teorías sobre el mecanismo que explica la evolución han llevado a proponer modelos diferentes.

3.1. Modelo general de especiación

Se pueden establecer una serie de etapas que explican la formación de dos especies a partir de una especie original:

- **1.ª etapa.** Dos poblaciones ven interrumpido el intercambio de genes por algún motivo, como por ejemplo que una de ellas emigra a una isla mientras la otra se queda en el continente. A partir de ese momento, estas dos poblaciones evolucionarán de forma independiente.
- **2.ª etapa.** Con el tiempo, las diferencias genéticas se irán acumulando como consecuencia de la acción combinada de la mutación y la selección natural.

Si pasado ese tiempo se presenta la posibilidad de comprobar si ambas poblaciones pueden cruzarse porque, por ejemplo, desaparece su aislamiento geográfico, son posibles dos alternativas:

- Que los híbridos resultantes del cruce no presenten ninguna desventaja frente al resto de individuos de las dos poblaciones y se restablezca un único conjunto de genes. El proceso de especiación queda anulado o detenido.
- Que los híbridos manifiesten claras desventajas, suficientes como para que la selección natural favorezca mecanismos que impidan su formación. Así se completará el proceso de especiación.

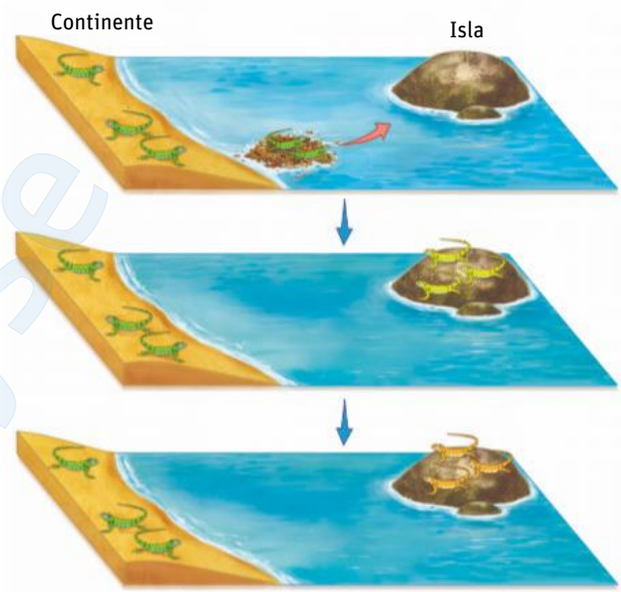


Figura 4.8. El aislamiento físico puede ser el inicio de un proceso de especiación.

INTERPRETAR

11. El caso de las iguanas balseras

En octubre de 1995 unos pescadores de la isla de Anguila, en el mar Caribe, contemplaron la llegada de una "balsa" formada por troncos desenraizados en la que viajaban 15 iguanas verdes (*Iguana iguana*), una especie de iguana desconocida hasta entonces en Anguila. El viaje de estos extraños balseros había comenzado un mes antes, cuando los huracanes Luis y Marilyn asolaron el Caribe. Las graves inundaciones produjeron el arrastre de la vegetación desde la isla de Guadalupe, donde las iguanas verdes habitan habitualmente.

A los biólogos evolutivos les gustaría saber qué va a pasar con este pequeño grupo de intrépidos colonizadores, pero aún no ha pasado suficiente tiempo como para estar seguros.

a) Sitúa las islas de Anguila y Guadalupe.

b) Formula alguna hipótesis sobre cuál puede ser el futuro de la pequeña población y justifica cada una de tus propuestas.

ACTIVIDADES

12. Además del aislamiento geográfico, ¿qué puede interrumpir el intercambio de genes entre dos poblaciones?

13. Utiliza el caso de los mulos para explicar algún aspecto de la especiación.

4 La adaptación de las especies

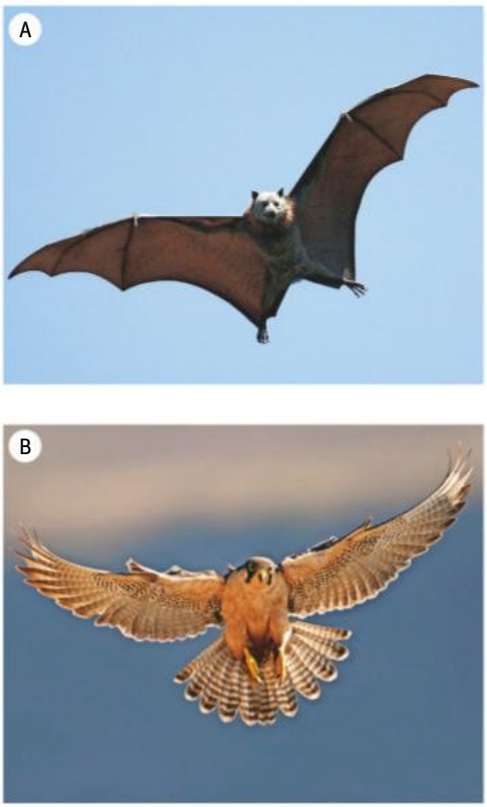


Figura 4.9. Las alas son una adaptación para el vuelo. A. Murciélago; B. Halcón.

En biología se entiende por **adaptación** cualquier característica o rasgo que mejore la capacidad del organismo para utilizar los recursos del medio con el fin de sobrevivir y reproducirse. Por ejemplo, suponemos que las alas son una adaptación para el vuelo o que la tela de una araña es una adaptación para la captura de insectos voladores. Adaptación también se utiliza para nombrar el proceso por el cual se adaptan los organismos.

4.1. La selección natural explica la adaptación

La selección natural promueve la adaptación de los organismos a los ambientes en que viven. Cualquier variante hereditaria que mejore la capacidad de sobrevivir y reproducirse en un ambiente aumentará de frecuencia a lo largo de las generaciones, ya que los organismos que llevan esa variante dejarán mayor descendencia.

Las variantes hereditarias surgen por **mutación**. Las que son **desfavorables** son eliminadas por selección natural; sus portadores dejan menos descendientes que los que portan variantes **favorables**. Las mutaciones favorables aumentan de frecuencia.

El proceso continúa de manera indefinida porque los ambientes también cambian. Los ambientes sufren modificaciones físicas, como variaciones climáticas, pero también biológicas, porque los depredadores, parásitos etc. también evolucionan.

4.2. Adaptación y aclimatación

El significado con el que los biólogos utilizan el término adaptación no coincide con su significado en el lenguaje corriente. En biología evolutiva un organismo no puede adaptarse, puesto que aunque actúe sobre él la selección natural no puede "cambiar la frecuencia de sus genes" con el paso del tiempo. La adaptación en sentido evolutivo es una propiedad de las poblaciones.

Sin embargo, los individuos sí cambian con frecuencia en respuesta a los cambios del medio; por ejemplo, ante los cambios de temperatura o de altitud. Aunque son cambios que solo afectan al fenotipo y no se transmiten a la descendencia. Los biólogos suelen utilizar el término **aclimatación** para describir este tipo de cambios.

INTERPRETAR

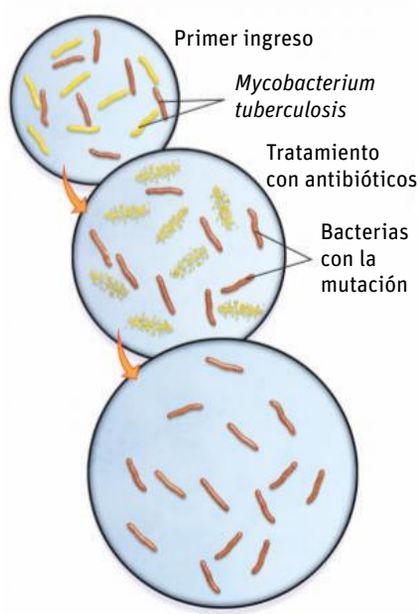
14. Ineptos, aptos y más aptos

Un joven ingresó en un hospital con tos y fiebre y fue diagnosticado de tuberculosis (*Mycobacterium tuberculosis*). A los diez meses, y tras recibir tratamiento con varios antibióticos, el joven superó la enfermedad. Pasados dos meses volvió a ingresar aquejado de nuevo de tuberculosis. En este caso ningún antibiótico resultó eficaz.

Los médicos compararon ambas muestras y detectaron la presencia de una mutación que permitía a las bacterias multiplicarse en presencia de los antibióticos. La ilustración muestra los cambios producidos en la población de bacterias.

a) ¿Significa esta secuencia de acontecimientos que se había producido evolución por selección natural en la población de bacterias?

b) ¿En qué momento se puede decir que la población de bacterias estaba bien adaptada a su medio?



4.3. Tipos de adaptación

Las adaptaciones de los organismos al medio se agrupan en tres tipos:

- **Morfológica o estructural.** Estas adaptaciones están relacionadas con la forma del cuerpo o con la estructura de los órganos internos. Por ejemplo, entre las adaptaciones de los cactus al ambiente desértico se encuentran las espinas que son hojas modificadas. Las espinas protegen a la planta de la pérdida de humedad y de los ataques de los herbívoros. También se incluyen en las adaptaciones morfológicas el **mimetismo** y la **coloración críptica**, según se adopte un aspecto similar a otros seres vivos de su medio o al propio medio. (Fig. 4.10)
- **Fisiológica o funcional.** Este tipo de adaptaciones está relacionado con el funcionamiento de los órganos internos y con frecuencia va acompañado de adaptaciones morfológicas. Así, las glándulas de la sal de algunas aves y tortugas marinas son una adaptación que permite a estos animales, cuyos riñones no producen una orina concentrada, excretar el exceso de sal incorporado al tragar agua de mar. (Fig. 4.11)
- **Etológica o de comportamiento.** Estas adaptaciones están relacionadas con algún tipo de acción. Algunas aves tienen una espectacular exhibición de cortejo en la que machos y hembras se pavonean, se inclinan y saltan. El objetivo es el reconocimiento y la elección de potenciales parejas de la misma especie. (Fig. 4.12)

Figura 4.10. El insecto palo utiliza el mimetismo para pasar desapercibido.

Figura 4.11. El lirón hiberna como adaptación durante las épocas menos favorables.

Figura 4.12. Los charranes incas realizan un cortejo previo al apareamiento.

4.4. No todo es adaptación

No todos las características de un ser vivo son adaptaciones. **Una adaptación debe ser resultado de la selección natural** para su función actual. Por ejemplo, el color rojo de la sangre no es una adaptación sino que es un producto secundario de su composición química, que sí es una adaptación. Lo mismo podríamos decir de los órganos vestigiales, como el coxis humano o la piel de gallina; ninguno aumenta nuestra "capacidad para sobrevivir y dejar descendencia".

El japonés Motoo Kimura propuso en 1968 la **teoría neutral** (**neutralismo**) de la evolución molecular. Según Kimura, la mayoría de las mutaciones que se producen en los genes son neutras frente a la selección natural. Que se mantengan o desaparezcan no dependerá de la selección natural, sino del azar.

ACTIVIDADES

15. Pon un ejemplo de adaptación biológica, como el color de pelaje de los conejos, y señala en qué ambiente estaría seleccionada a favor y en cuál en contra. ¿En qué condiciones podría ser un rasgo neutro?

16. ¿Cómo podrías distinguir si la resistencia desarrollada por los piojos a los insecticidas es una adaptación biológica o una aclimatación?

5 La distribución geográfica de la biodiversidad

La vida no se distribuye de forma uniforme en la biosfera y conocer su distribución es un paso necesario para planificar su conservación.

La ciencia que estudia la distribución presente y pasada de los seres vivos en la Tierra se denomina **biogeografía** (del griego *bios*, 'vida', y *geo*, 'tierra').

Este estudio puede hacerse desde dos perspectivas diferentes que, con frecuencia, es difícil separar:

- **La distribución de una especie y sus poblaciones.** Se ocupa de estudiar el área geográfica que ocupa una especie (o cualquier otro taxón), determinar las causas de su distribución actual o pasada y prever su evolución futura. Esta disciplina se conoce como **corología**.
- **La distribución de comunidades o agrupaciones de diferentes especies.** En un mismo tipo de vegetación, como un bosque o un prado, a menudo se encuentran las mismas especies de plantas; cada una de estas comunidades de plantas alberga por lo general un grupo determinado de especies animales. La ciencia encargada de su estudio es la **biocenología**.

5.1. El área de distribución y los endemismos

El **área de distribución** de una especie es la superficie del planeta que contiene el conjunto de localidades donde las poblaciones de esa especie han sido observadas y registradas.

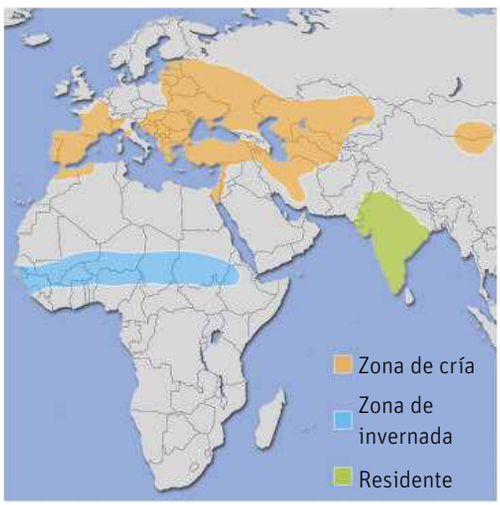


Figura 4.13. Áreas de distribución del águila culebrera (*Circaetus gallicus*) y de la cabra montesa (*Capra pyrenaica*), un endemismo.

En algunas especies, como es el caso de las que realizan grandes migraciones, es difícil delimitar su área de distribución. En esos casos, se suele utilizar como referencia las áreas de reproducción, donde la especie interactúa de forma más completa con el ecosistema.

La clasificación de los tipos de áreas de distribución se puede hacer teniendo en cuenta su ubicación geográfica, su continuidad, su tamaño, etc.

Así, por ejemplo, una especie se puede considerar:

- **Cosmopolita** o ubicuista, si se encuentra y ocupa hábitats apropiados en todos los continentes o en todos los océanos.

  La especie humana y sus acompañantes, como la mosca doméstica o el gorrión común, son ejemplos perfectos.

- **Endémica**, si se presenta en un área muy restringida.

  Los **endemismos**, ya sea una especie o cualquier taxón en general, son muy importantes en las islas y en los macizos montañosos, que se comportan como islas biogeográficas.

  En Canarias existen 520 especies de plantas vasculares endémicas (el 28 % del total) y en islas más incomunicadas, como Galápagos, el porcentaje de endemismos puede llegar a superar el 80 %.

5.2. Los factores que influyen

La distribución actual de los seres vivos es el resultado de la intervención de dos tipos de factores:

- **Factores internos.** Son los propios de cada organismo y están relacionados con su constitución genética. De ella dependerá su capacidad para propagarse y la posibilidad de conquistar nuevos territorios.
- **Factores externos.** Son propios del medio en que viven y expresan las limitaciones que impiden a los organismos moverse de unos lugares a otros. Los principales factores externos son:

– **Históricos**, como la diferente disposición de tierras y mares a lo largo de la historia de la Tierra.

– **Geográficos**, como la interposición de una cadena de montañas o de un río.

– **Climáticos**, como la presencia de condiciones térmicas desfavorables.

– **Edáficos**, como la existencia de un sustrato que impide el desarrollo una determinada especie.

– **Bióticos**, como la presencia de parásitos o depredadores, o la intervención humana.

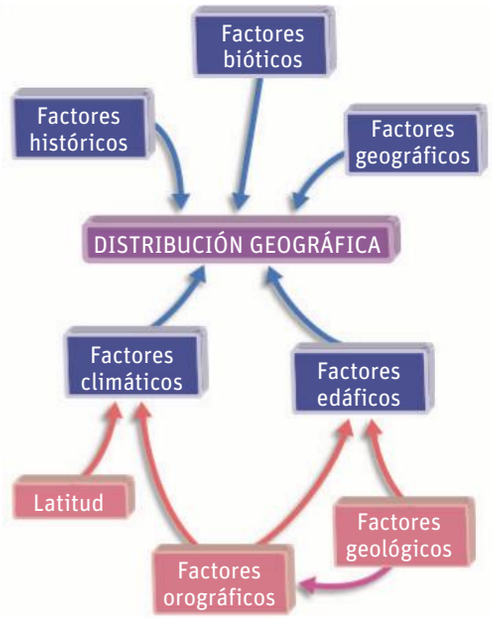


Figura 4.14. Factores de distribución geográfica.

5.3. La clasificación y la jerarquización de los territorios

Del mismo modo que los biólogos han clasificado los seres vivos en grupos jerarquizados, que van desde el reino a la especie, los biogeógrafos han realizado una clasificación y una jerarquización de los territorios en diferentes categorías: **reino**, **región**, **provincia**, **sector**, **distrito** y **tesela**.

El reino, llamado también ecorregión y ecozona, suele tener una extensión continental y para su determinación se tienen en cuenta, principalmente, la historia geológica de la Tierra y la evolución de la fauna y la flora. Los patrones de distribución de las plantas y animales en estas zonas se explican por el proceso de la tectónica de placas.

La **región** es un extenso territorio definido por una flora y una fauna características con elementos originales, es decir, con taxones endémicos. En cada una de estas regiones se incluyen diferentes **provincias** o **dominios** que, a su vez, incluyen territorios de orden menor.

ACTIVIDADES

17. ¿Qué significa que un ave es residente? ¿Cuál es el área de distribución del águila culebrera? ¿Por qué?

18. ¿Por qué abundan los endemismos en las islas?

19. ¿De qué dependerá la capacidad de una especie para conquistar nuevos territorios?

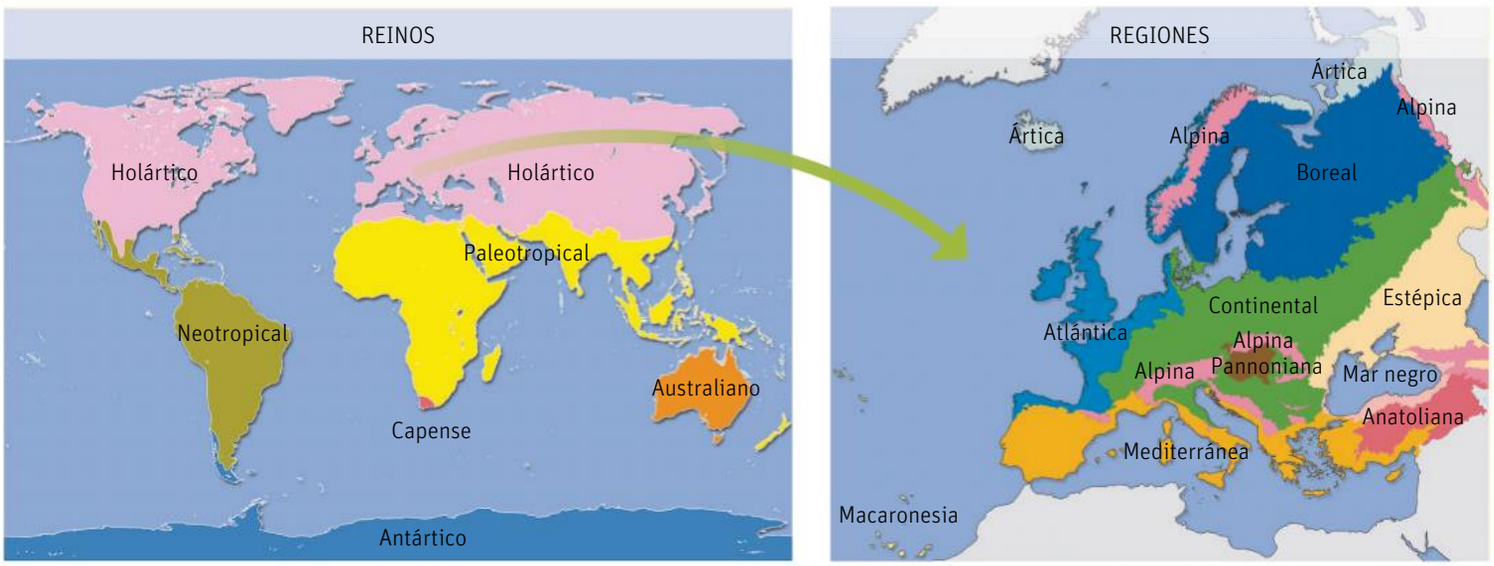


Figura 4.15. Los grandes reinos biogeográficos y las regiones biogeográficas de Europa.

5.4. Las regiones biogeográficas de España

España pertenece biogeográficamente al reino Holártico y, de forma tradicional, se incluyen en ella tres regiones: **Mediterránea**, **Eurosiberiana** y **Macaronésica**.

LA REGIÓN EUROSIBERIANA

Ocupa la fachada norte de la península ibérica. La zona goza de un clima con temperaturas suaves y humedad abundante y bien distribuida a lo largo del año. Estas condiciones permiten el desarrollo de un **bosque caducifolio** frondoso en el que predominan el **haya** (*Fagus sylvatica*) y el roble carballo (*Quercus robur*); su degradación da paso a un **matorral** o **landa**, compuesto por **brezos** y otras especies arbustivas. En su zona más oriental la humedad disminuye y aparecen especies que son propias tanto de la región Eurosiberiana como de la Mediterránea.

Bosque de haya

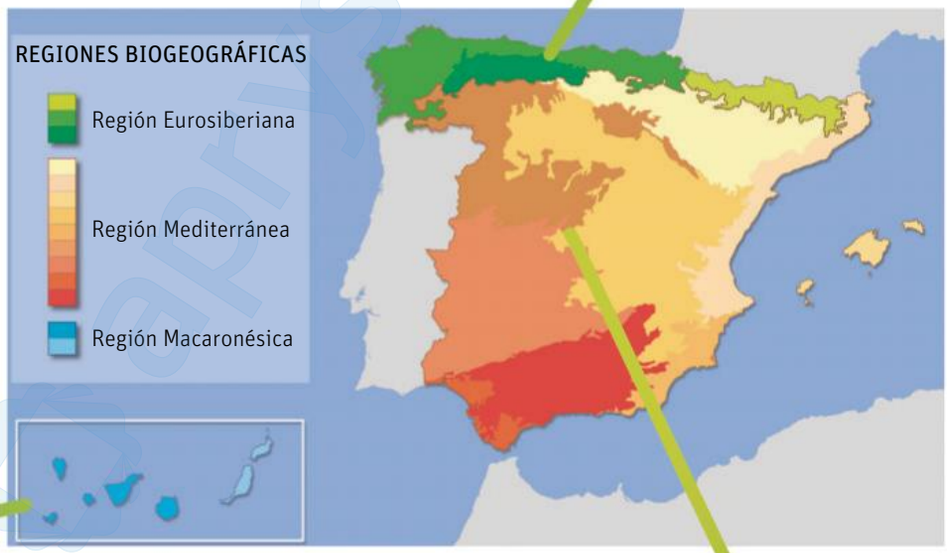


Figura 4.16. Las regiones biogeográficas de España.

LA REGIÓN MACARONÉSICA

Ocupa las islas Canarias. Situada en la zona climática tropical se encuentra bajo la influencia de, por un lado, las masas de aire frescas y húmedas aportadas por los vientos alisios y, por otro, los vientos saharianos secos y cálidos. Esta situación, añadida a su condición insular, la hace especialmente rica en especies endémicas.

En las laderas de sus montañas, que recogen la humedad de los alisios, se desarrolla el **bosque de laurisilva**, con árboles perennifolios de hojas lustrosas y fuertes, como el **laurel** o loro (*Laurus azorica*) y el **tilo** (*Ocotea foetens*). En las zonas bajas, con escasa humedad, predomina un **matorral** con plantas suculentas, el **cardón**.

Bosque de laurisilva

LA REGIÓN MEDITERRÁNEA

Ocupa el resto de la península y el archipiélago balear. Su clima tiene veranos cálidos y secos. La vegetación, adaptada a la falta de agua, es de carácter perennifolio, con hojas pequeñas y duras.

El **bosque mediterráneo** tiene como especie más representativa la encina (*Quercus ilex*). Al abrigo de la esta, surgen multitud de especies arbustivas, como el madroño, la coscoja, el lentisco, la jara, y una gran variedad de plantas aromáticas que constituyen el **matorral mediterráneo**.

Encina

En la actualidad cada vez más autores consideran una división de España en cuatro regiones, en lugar de en tres, ya que la región Eurosiberiana la dividen en dos: la zona pirenaica, que se considera perteneciente a la región Alpina, y el resto, que se mantiene aunque ha pasado a denominarse región Atlántica.

5.5. Los pisos bioclimáticos y los pisos de vegetación

En cada región biogeográfica, la altitud y la cercanía a la costa determinan condiciones bioclimáticas diferentes que permiten definir **pisos bioclimáticos**. A cada piso le corresponden determinadas comunidades vegetales y pisos de vegetación.

Región	Piso bioclimático	Índice de termicidad (It)
Eurosiberiana	Alpino	< –50
	Subalpino	–50 a 50
	Montano	50 a 180
	Colino	> 180
Mediterránea	Crioromediterráneo	< –30
	Oromediterráneo	–30 a 60
	Supramediterráneo	60 a 210
	Mesomediterráneo	210 a 350
	Termomediterráneo	350 a 470
Macaronésica	Orocanario	< 90
	Supracanario	90 a 220
	Mesocanario	220 a 340
	Termocanario	340 a 480
	Infracanario	> 480

Figura 4.17. Pisos bioclimáticos.

Para determinar los pisos bioclimáticos se utilizan tres parámetros térmicos: la **temperatura media anual** (T), la **temperatura media de las mínimas del mes más frío** (m) y la **temperatura media de las máximas del mes más frío** (M). Sumando estos tres valores y multiplicando el resultado por 10 se obtiene el **índice de termicidad (It)**. El valor obtenido del It nos sitúa en un piso bioclimático determinado (ver tabla).

Los pisos bioclimáticos se suceden en altitud y se pueden representar como una **cliserie**.

LA CIENCIA Y SUS MÉTODOS

Cómo interpretar una cliserie

Una cliserie de pisos de vegetación es un gráfico que muestra los diferentes pisos de vegetación en una zona montañosa. Para interpretarlo:

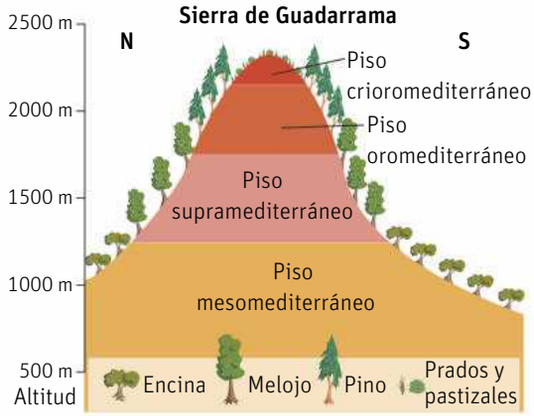
1.º Describimos los elementos del gráfico. Estos son ejes de coordenadas, símbolos y colores utilizados.

2.º Lo situamos en la zona biogeográfica que corresponda.

3.º Determinamos los pisos que se aprecian. Indicamos, si es posible, los límites de altitud que ocupa cada uno.

4.º Describimos los cambios en las formaciones vegetales en función de la altura. Explicamos a qué pueden deberse.

5.º Hacemos constar las diferencias entre ambas vertientes. Diferenciamos solana de umbría en cuanto a la altura a la que se encuentra la misma formación vegetal o en cuanto a las distintas especies existentes.



Cliserie de la Sierra de Guadarrama.

ACTIVIDADES

20. Interpreta la cliserie que aparece en la imagen siguiendo las pautas que se indican.

21. Si en una localidad de la Sierra de Guadarrama la T es de 6,4 °C, la m de enero, el mes más frío, es –3,1 °C y la M de ese mes es 2 °C, ¿cuál es su It? ¿En qué piso bioclimático está? ¿Qué formaciones vegetales podemos encontrar?

6 Los grandes biomas

La Tierra puede dividirse en zonas de características climáticas semejantes; la **latitud**, la **altitud**, la **orientación del relieve** o la **cercanía al mar** son los principales factores que influyen en su determinación. En cada una de esas zonas se desarrolla un mismo tipo de vegetación, es decir, con una estructura similar (árboles, arbustos y hierbas), un mismo tipo de hojas (hoja ancha y hoja acicular o agujas) y similar distribución o espaciado de las plantas (cerrado y abierto).

La comunidad de plantas característica que se desarrolla en un clima particular, junto con la fauna que acoge, constituye un **bioma** o **paisaje bioclimático**.

A diferencia de un reino, que es un territorio definido por su historia evolutiva y posee una flora y una fauna similares, en distintas localizaciones geográficas del mismo bioma pueden aparecer especies diferentes. El proceso de adaptación a condiciones climáticas semejantes puede llevar a que distintas especies cumplan papeles similares y construyan ecosistemas equivalentes en lugares muy distanciados.

La forma más sencilla de clasificación de los biomas es la que corresponde a los cuatro grandes tipos de formaciones vegetales mundiales: **bosques**, **sabanas**, **matorrales** y **praderas**, y **desiertos**.

Bosques

Formaciones dominadas por árboles y con elevada cobertura. Incluye bosques tropicales, bosques caducifolios templados, bosques esclerófilos mediterráneos, etc.

Sabanas

Formaciones que presentan la alternancia característica de árboles, con una cobertura reducida, y vegetación herbácea.

Matorrales y praderas

En los matorrales predominan los arbustos. Incluyen matorrales mediterráneos, landas o brezales, etc.

Las praderas están constituidas mayoritariamente por vegetación herbácea. Incluyen estepas, praderas de altura, etc.

Desiertos

De vegetación muy reducida como consecuencia de la ausencia de agua líquida. Esta ausencia puede deberse a que se encuentra congelada, como en la tundra.

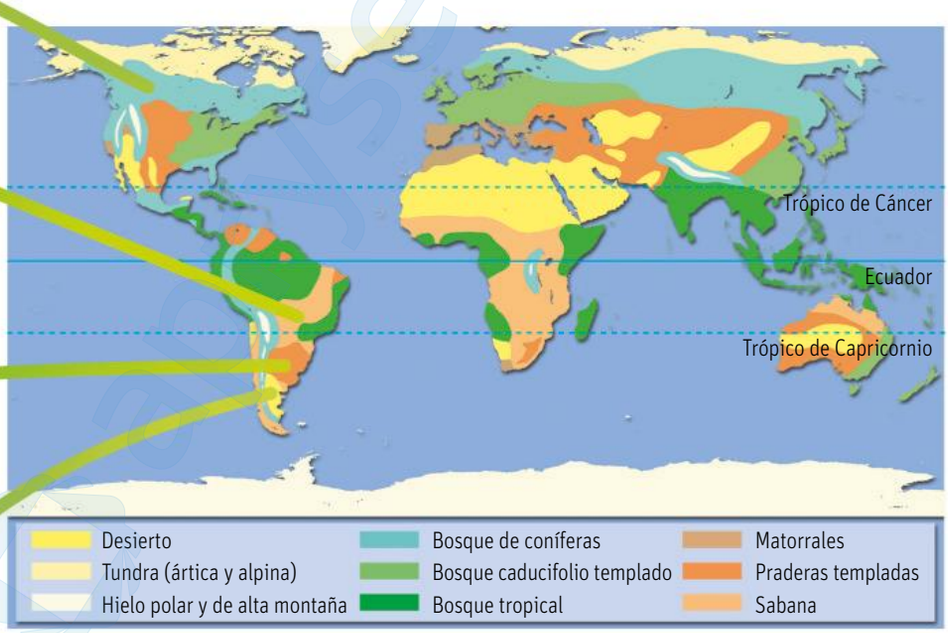


Figura 4.18. Los grandes biomas.

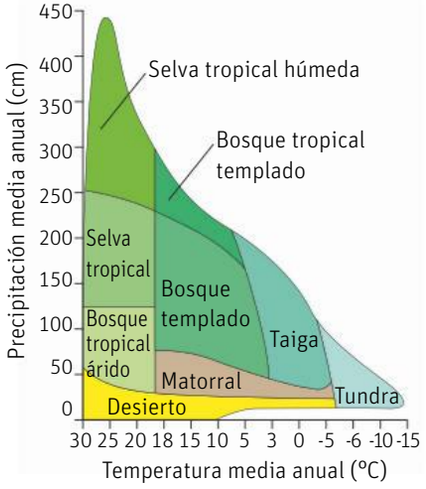
RELACIONAR

22. Climas y biomas

El diagrama muestra la relación entre el clima (medias anuales de temperatura y precipitación) y el tipo de formación vegetal.

a) ¿Qué tipo de formación vegetal se corresponde con una zona en la que la temperatura media anual es de 10 °C y la precipitación media de 150 cm? ¿Qué aspecto tendría?

b) Tanto si utilizamos los datos climáticos de una localidad del Mediterráneo como los de California, el tipo de formación que obtenemos es el matorral. ¿Qué encontraremos en común y qué será diferente si comparamos ambos?



7 La conservación de la biodiversidad

Green Belt

Wangari Muta Maathai (1940-2011) recibió en 2004 el Premio Nobel de la Paz por "sus contribuciones al desarrollo sostenible, a la democracia y a la paz". Esta bióloga, ecologista y activista política keniata fue la primera mujer africana que recibió este galardón.

La doctora Maathai fundó el *Green Belt Movement* ("Movimiento Cinturón Verde"), responsable de la plantación de millones de árboles por todo el país, como si un cinturón cruzara África, y de mejorar la calidad de vida de las mujeres que trabajan en sus viveros. Esto le hizo merecer el apelativo afectuoso de "Mujer Árbol" (*Tree Woman*).

Wangari Muta Maathai, fundadora del Movimiento Cinturón Verde.

La extinción de las especies, como la muerte, es una consecuencia de la vida. Entonces, si la extinción es natural, ¿por qué los biólogos están comprometidos con la conservación de la biodiversidad? La respuesta es doble. En primer lugar porque la biodiversidad tiene un inmenso valor que es necesario preservar. En segundo lugar porque desde la aparición del ser humano se está extinguiendo a un ritmo más rápido que en prácticamente cualquier otra época de la historia de la Tierra.

En la Web

Descubre la importancia de la biodiversidad.

www.e-sm.net/svbg1bach04_03

7.1. ¿Por qué es importante la biodiversidad?

Cuando se habla del **valor de la biodiversidad** se tiene en cuenta tanto su valor económico como el papel que desempeña en el mantenimiento del bienestar de las todas las personas.

Los servicios de los ecosistemas y el valor utilitario de la biodiversidad

La importancia de la biodiversidad reside en que es la base de los **servicios** y **bienes** que nos proporcionan los ecosistemas. Estos incluyen desde la provisión de alimentos hasta la de fibras para confeccionar ropa, pasando por el filtrado del aire o el agua, la protección contra desastres naturales, la formación de un suelo fértil o la regulación del clima.

La pérdida de la biodiversidad conlleva un deterioro de estos servicios que los ecosistemas prestan de forma gratuita. Como consecuencia se produce un empeoramiento de la salud humana, una mayor inseguridad alimentaria, una mayor vulnerabilidad ante catástrofes y cambios ambientales y, en definitiva, una disminución de nuestra calidad de vida.

Figura 4.19. Los servicios del ecosistema son recursos o procesos de los ecosistemas naturales que benefician a los seres humanos.

El valor no utilitario de la biodiversidad

- La biodiversidad tiene un **valor intrínseco**, es decir, un valor en sí misma. La extinción de una especie, o la desaparición de un hábitat, es una pérdida irreparable de algo valioso y único.
- Por otra parte, desconocemos los **valores potenciales** de la biodiversidad descubierta y más aún de la no descubierta. ¿Cuántas personas hubieran muerto de haberse extinguido el tejo del Pacífico (*Taxus brevifolia*), un árbol que estuvo amenazado y del que se extrae el paclitaxel, un importante anticancerígeno?
- La biodiversidad tiene un **valor de herencia**. Las generaciones futuras tienen igual derecho que nosotros a disfrutar de los beneficios que la biodiversidad nos proporciona. Está en la esencia del concepto de desarrollo sostenible: "El desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para satisfacer sus propias necesidades".

7.2. ¿Qué amenaza a la biodiversidad?

La mayoría de las extinciones ocurridas durante los últimos mil años tuvieron lugar en islas y tenían su raíz en la caza excesiva o en la introducción de especies exóticas.

Figura 4.20. Un efecto combinado de la caza y la introducción de especies foráneas provocaron la desaparición hace 400 años del último dodo de isla Mauricio.

Sin embargo, a comienzos del siglo XX la situación empezó a cambiar. Las especies en peligro que se extinguirán en el futuro, a menos que se pongan en marcha programas de conservación efectivos, vivirán seguramente en continentes y la causa estará en la destrucción de su hábitat.

Sea cual sea la principal causa de la pérdida de biodiversidad siempre habrá que contar con estos factores:

- **La destrucción, el deterioro y la fragmentación de hábitats.** El origen puede estar en la quema o tala de bosques con el fin de disponer de terrenos para la agricultura o la ganadería, la construcción de presas, el desarrollo urbano, la construcción de carreteras, gaseoductos, oleoductos, etc. Es probablemente el factor que en estos momentos más afecta a la pérdida de biodiversidad.
- **La sobreexplotación.** Es el resultado de la cosecha o destrucción de plantas o animales para alimento, materiales o medicina, a una tasa que supera la capacidad reproductiva de las poblaciones. Puede ser **directa**, legal e ilegal (como el tráfico ilegal de especies), e **indirecta** (como la pesca incidental).
- **La introducción de especies exóticas.** Estas especies son llevadas de una a otra parte del mundo, de forma deliberada o involuntaria, y se convierten en competidores, depredadores o parásitos de especies autóctonas. Son responsables de las disminuciones de muchas de las poblaciones de especies nativas. Esto reviste especial importancia en el caso de las islas y en los ecosistemas de agua dulce, donde estas especies invasoras son consideradas la principal amenaza para las especies endémicas.
- **La contaminación** generada, fundamentalmente, por el uso de combustibles fósiles y el consumo creciente de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura. Afecta de forma particular a los ecosistemas acuáticos.
- **El cambio climático** es, potencialmente, la mayor amenaza para la biodiversidad en las próximas décadas. Su impacto se está sintiendo ya en los ecosistemas polares y de alta montaña así como en costeros y marinos, tales como los arrecifes coralinos.

Figura 4.21. Las actuales tasas de extinción son entre 100 y 1000 veces mayores que las registradas en los últimos 550 Ma. La foca monje es una de las especies en peligro.

INTERPRETAR

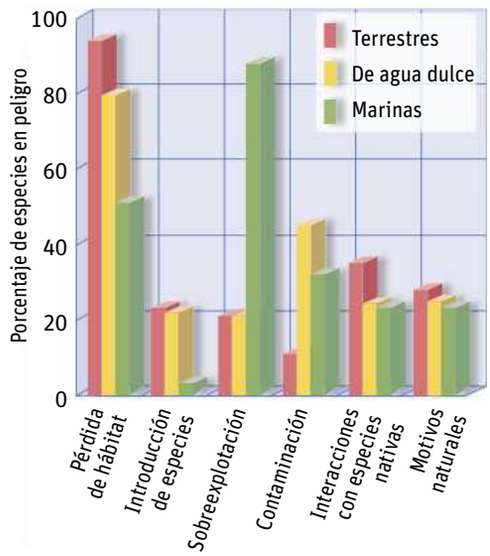
23. Múltiples factores

La gráfica muestra el resultado de un estudio sobre las causas de que estén en peligro 488 especies autóctonas de Canadá. Los científicos suponen que las conclusiones, con los cambios necesarios, pueden ser válidas para otras partes del mundo.

a) ¿Por qué crees que los datos para los distintos grupos de especies suman más del 100 % cada una?

b) ¿Cuál es el factor más importante en el declive de estas especies?

c) ¿Qué otro factor influye de forma decisiva en el declive de las especies marinas? ¿Y en el de las especies de agua dulce?



7.3. ¿Cómo proteger la biodiversidad?

El CDB

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un tratado internacional firmado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, celebrada en Río de Janeiro y conocida como "la Cumbre de la Tierra".

El CDB tiene tres objetivos principales: la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Las intervenciones para la conservación de la biodiversidad pueden ser muy variadas. En la actualidad numerosas organizaciones se encargan de concienciar a la opinión pública y alertar a los gobiernos sobre la necesidad de potenciar este tipo de intervenciones que se agrupan en dos estrategias diferentes:

- La **conservación *ex situ*** trata de mantener a los seres vivos fuera de su hábitat natural, en lugares como centros de investigación, zoológicos, bancos de semillas, etc.
- La **conservación *in situ*** se pone en práctica con la conservación de áreas más o menos extensas, desde las reservas de la biosfera y los ***hotspots*** o 'puntos calientes' (Fig. 4.22) hasta las reservas locales para especies individuales, incluidos los parques nacionales y los paisajes protegidos.

El término **puntos calientes** (*hotspots*) o **puntos críticos de diversidad** fue introducido por el conservacionista Norman Myers en 1988 para describir las áreas del planeta con una biodiversidad sumamente elevada y sobre las que convenía centrar los esfuerzos conservacionistas. En la actualidad, para que una zona sea considerada un punto caliente debe cumplir dos criterios estrictos: primero, debe contener al menos 1500 especies de plantas endémicas (el 0,5 % del total) y, segundo, debe haber sufrido una pérdida de al menos un 70 % de su vegetación original.

En la Web

Conoce más acerca del desarrollo sostenible.

www.e-sm.net/svbg1bach04_04

Figura 4.22. Mapa de distribución de puntos calientes. Actualmente hay descritos 34 *hotspots* y la situación empeora ya que el 86 % de su hábitat ha sido ya destruido.

ACTIVIDADES

24. Piensa en un paisaje natural que conozcas y nombra algunos de los servicios del ecosistema que te sugiere.

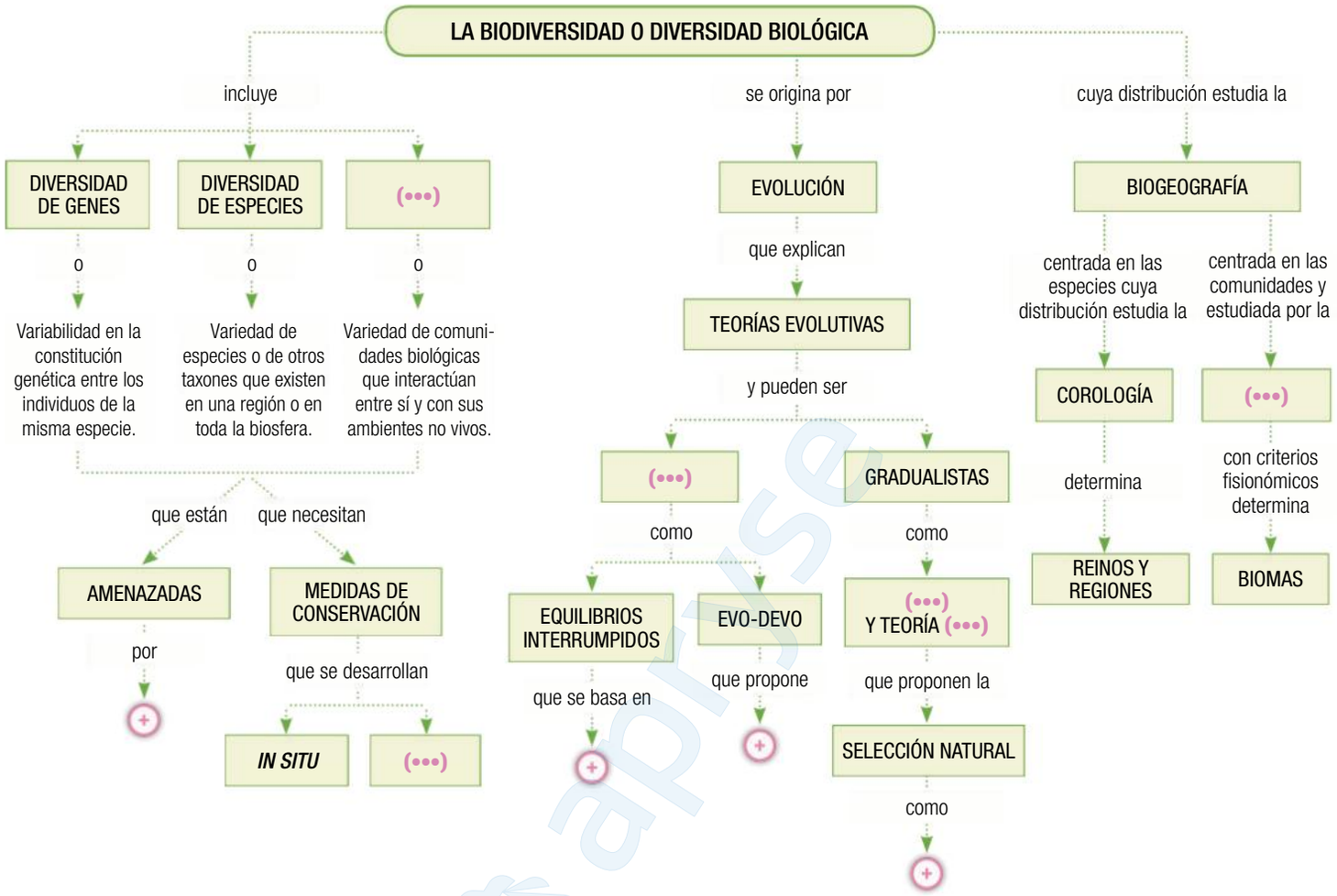
25. ¿Se incluyen algunas zonas de España en los puntos calientes de diversidad biológica?

26. ¿Qué estrategia conservacionista te parece más eficiente, *in situ* o *ex situ*? ¿Por qué?

ACTIVIDADES

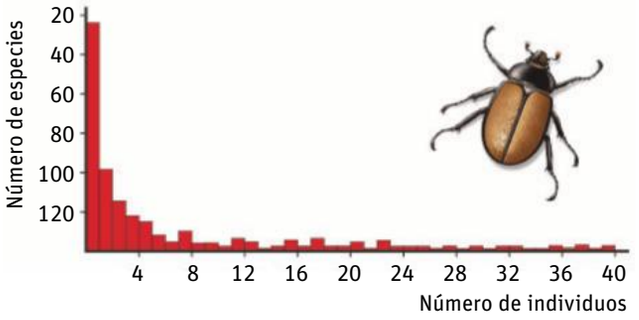
Síntesis

27. Completa en este mapa conceptual los términos que faltan (•••) y los fragmentos que debes desarrollar ⊕. Puedes realizar la actividad en tu cuaderno.



Aplicación y relación

28. En un ecosistema se contabilizó el número de especies de escarabajos y el número de individuos de cada una de la especies. Los datos aparecen representados en la gráfica.



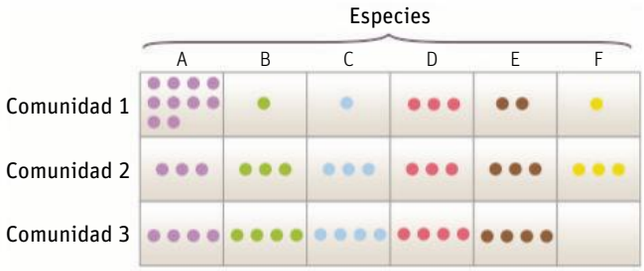
a) Observa y comenta los datos que aparecen en la gráfica y explica por qué conocer la riqueza específica no es suficiente para valorar la diversidad de especies de un ecosistema.

b) ¿Cómo hubiera sido la gráfica si en el ecosistema la riqueza de especies de escarabajos fuera la misma, pero también fuera semejante su abundancia relativa?

c) ¿Cuál de los dos tendría mayor diversidad de especies?

29. En la figura se muestran tres comunidades biológicas hipotéticas que son bastante parecidas entre sí en cuanto a riqueza de especies, pero difieren en la abundancia relativa de cada especie.

Los puntos corresponden a individuos y los del mismo color son individuos pertenecientes a la misma especie.

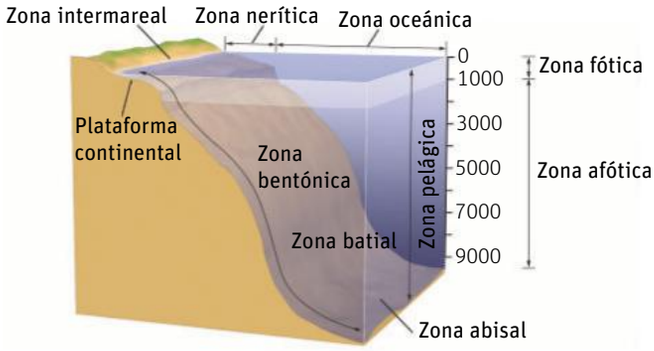


a) Indica la riqueza en especies de cada comunidad.

b) ¿Cuál de ella te parece que tiene más diversidad de especies? ¿Cuál menor?

c) Calcula el índice de Simpson $D = 1/\sum p_i^2$ para cada especie. (Siendo $p_i = n_i/N$ la abundancia relativa de cada especie). ¿Confirman estos resultados tus predicciones?

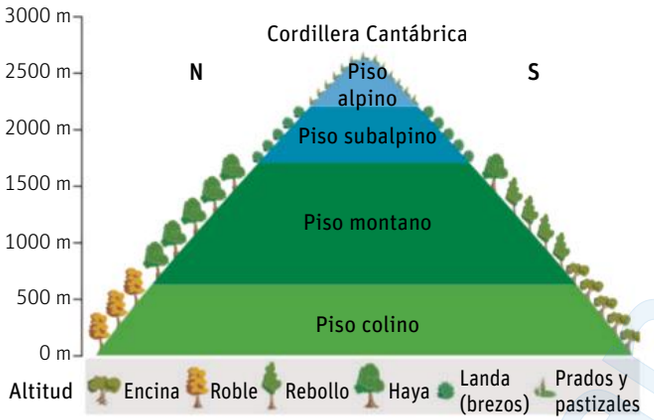
30. A semejanza de la división en biomas que se hace en la tierra, el medio marino se ha divido en zonas utilizando criterios como: la profundidad, la cercanía a la costa, la iluminación, etc.



a) ¿Con que criterio se definen las zonas nerítica y pelágica?

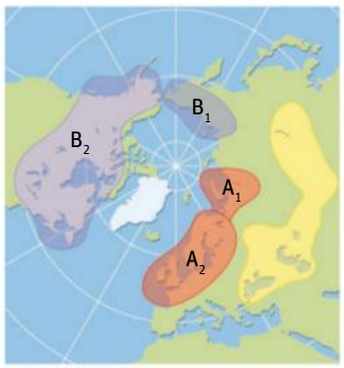
b) ¿Cómo definirías la zona batial?

31. Interpreta la cliserie que aparece en la figura.



32. Durante los períodos de glaciación del Pleistoceno, las gaviotas argénteas (*Larus argentatus*) buscaron refugio al sur de los bordes del hielo. A partir de un grupo inicial distribuido desde Siberia al mar Caspio, varios grupos se separaron:

- Un grupo se asentó en Escandinavia (población A_1) y más al sur, en las islas Británicas y Francia (población A_2). Estas poblaciones pueden actualmente cruzarse entre ellas y su descendencia es fértil.
- Otro grupo emigró hacia la costa pacífica de Asia (B_1), y posteriormente pasó a Norteamérica (B_2). Las poblaciones B_1 y B_2, aunque presentan diferencias morfológicas, pueden cruzarse.
- Posteriormente una parte de B_2 pasó de nuevo a Europa y coexiste con la población A_2, pero sin cruzarse.



Utiliza el modelo general de especiación para explicar el proceso que ha llevado a que:

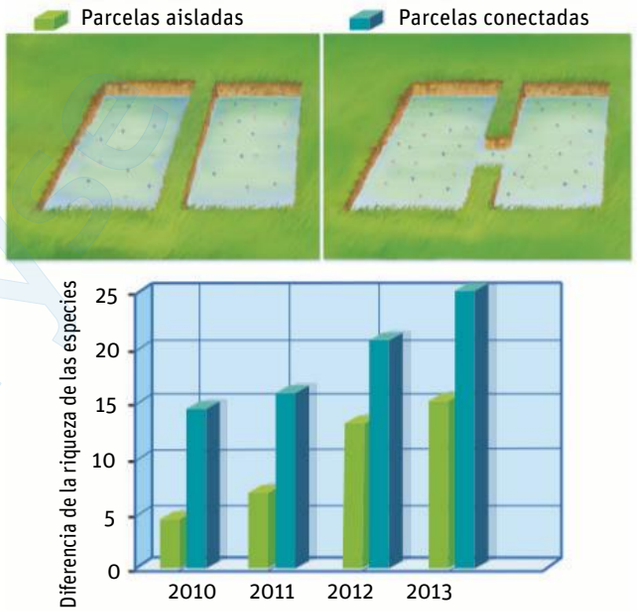
a) Las poblaciones B_1 y B_2 pertenezcan a la misma especie.

b) Las poblaciones B_2 y A_2 pertenezcan a especies diferentes.

33. En los últimos años, los insecticidas usados para eliminar el piojo del pelo han perdido su eficacia. Los especialistas desaconsejan el uso de tratamientos preventivos ya que "ha propiciado que se exponga al piojo a pequeñas dosis de insecticida. Esta cantidad no logra erradicarlo, pero sí puede favorecer que se adapte a la sustancia".

¿Están hablando de adaptación biológica o de aclimatación? Justifica tu respuesta.

34. Un equipo de investigación restauró pequeñas áreas de bosque en medio de un área degradada muy pobre en especies. Algunas de las áreas restauradas fueron conectadas mediante "pasillos" que facilitaban el desplazamiento de los individuos, mientras otras permanecieron aisladas. La diferencia en la riqueza de especies entre ambos tipos de parcelas contabilizadas en años sucesivos aparece en la gráfica.



a) Comenta las diferencias que observas. ¿A qué pueden deberse?

b) ¿Qué enseñanzas pueden derivarse de estas experiencias para los responsables de la conservación de la biodiversidad?

Biblioteca global

35. La riqueza natural de nuestro país

La situación geográfica de España, unida a la gran variedad de climas, suelos y orografía, ha dado lugar a una gran diversidad de hábitats, a la que acompaña una gran riqueza específica. Aunque esa riqueza va más allá del número de especies.

El área de distribución de muchas de nuestras especies se restringe al territorio español, es decir, son especies endémicas.

Busca información que te permita:

a) Poner ejemplos de especies endémicas.

b) Brindar ejemplos de especies en peligro de extinción.

c) Localizar alguna zona cercana al lugar en el que vives que goce de especial protección a la biodiversidad y enumera sus especies más representativas.

Savia

En algunas ciencias, como la física mecánica, la experimentación en el laboratorio es un instrumento tan valioso para poner a prueba las hipótesis que durante mucho tiempo se consideró el único. Sin embargo, teorías básicas en ciencias tan diferentes como la biología, la geología o la astronomía, se contrastan y se validan o refutan haciendo observaciones que tienen poco que ver con la experimentación.

La evolución de los seres vivos puede considerarse el resultado de una "experimentación" que la naturaleza realiza de forma permanente. Son experimentos que no pueden ser reproducidos en el laboratorio sino que deben analizarse e interpretarse a partir de la observación del medio natural.

Evolución en acción: los pinzones de Darwin

Los biólogos Rosemary y Peter Grant han estado más de tres décadas estudiando los cambios en el tamaño y en la forma del pico, y del tamaño corporal que se han producido en los pinzones de la isla Daphne Mayor de las Galápagos.

En esta isla, un acontecimiento de selección drástico puso en marcha un experimento natural:

LOS ESTUDIOS PREVIOS

Dado el pequeño tamaño del islote, los Grant pudieron atrapar, pesar, medir y marcar a todos los pinzones terrestres de pico mediano (*Geospiza fortis*). El seguimiento de la población les confirmó que el tamaño y la forma de los picos y el tamaño corporal son hereditarios.

EL AMBIENTE CAMBIA

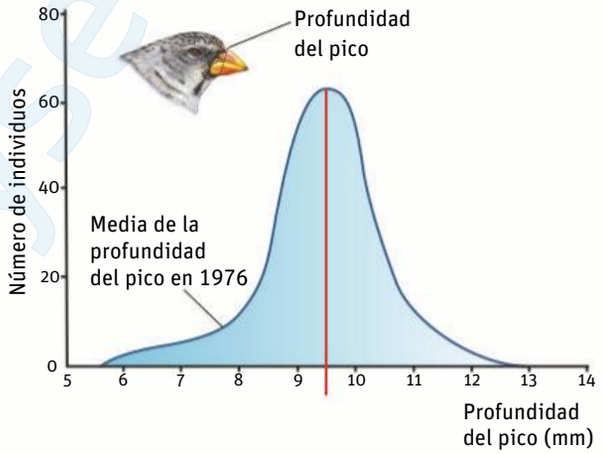
En la estación húmeda de 1977, Daphne Mayor recibió solo 24 mm de lluvia en lugar de los 130 mm habituales. La fuente principal de alimentación quedó reducida a los resistentes frutos, difíciles de abrir y que se desechan cuando hay otros, de una planta llamada *Tribulus cistoides*.

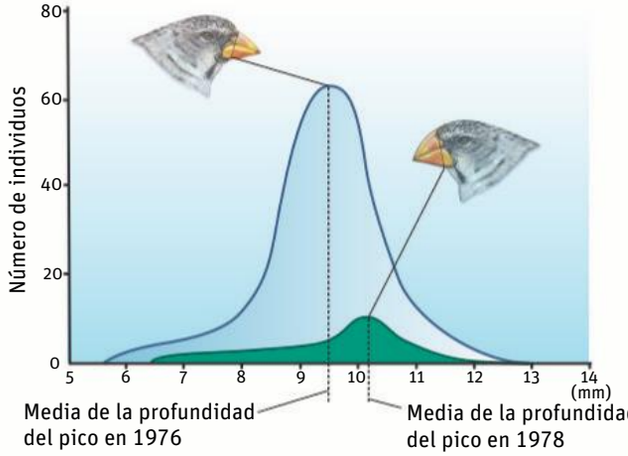
LA HIPÓTESIS

El grupo de los Grant planteó la hipótesis de que los ejemplares con picos especialmente grandes podrían abrir mejor esos frutos más duros, lo que incrementaría su posibilidad de sobrevivir.

LOS RESULTADOS

El 84 % de la población de pinzones desapareció. Como se esperaba, los supervivientes fueron los que tenían de media un pico mayor. En solo una generación los descendientes tenían picos medio milímetro más profundos de media que antes de la sequía.





ACTIVIDADES

36. Observa las gráficas y justifica si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: "Durante la sequía se produjo una mutación que aumentó en 0,7 mm el tamaño del pico".

37. En 1983, el ambiente volvió a cambiar. En siete meses cayeron un total de 1359 mm de agua de lluvia. El crecimiento de las plantas fue espectacular y los pinzones se alimentaron de las pequeñas y blandas semillas que se estaban produciendo en abundancia. ¿Qué supones que pasó en la población de *Geospiza fortis*? ¿Por qué?

La revolución de Darwin

Con Darwin los seres humanos dejamos de ser la especie elegida para convertirnos en una especie más, inmersa en un proceso general de cambio que afecta a todos los organismos.

Todo hubiera sido diferente, al menos para Darwin, sin esa tentadora oferta que recibió en 1831 para participar como naturalista en un viaje de cinco años alrededor del mundo; un viaje en el Beagle.

De los lugares que visitó el que más le impresionó fue las islas Galápagos. Los animales que allí encontró eran únicos, en particular sus extraordinarias tortugas gigantes. El gobernador de las Galápagos le comentó que podía identificar la isla de origen de cada tortuga por la forma y las marcas de su caparazón. Darwin tomó buena nota de este hecho pero tardaría años en encontrarle sentido.

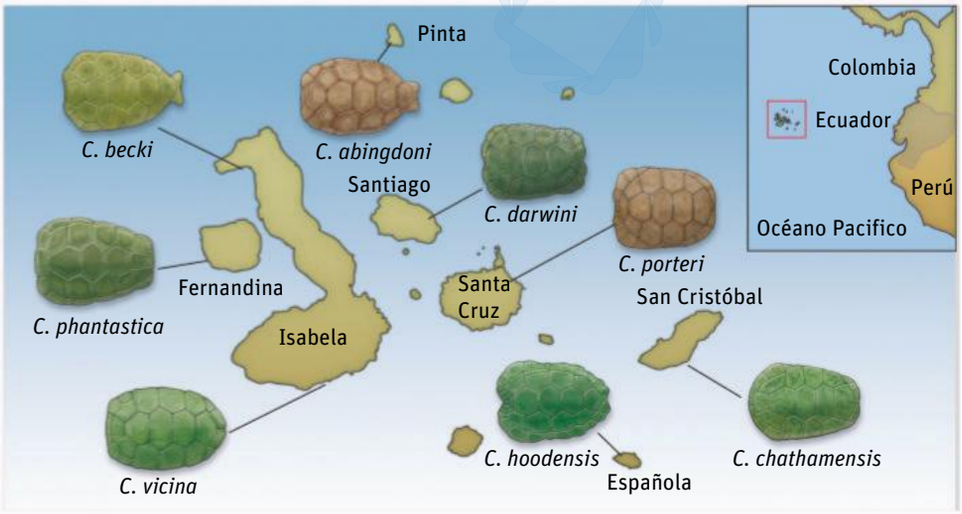
El lugar que más impresionó a Darwin fue las islas Galápagos.

Examinar las cajas y cajas del material recogido por el Beagle y analizar la información de la que disponía bajo la nueva idea que ya bullía en su cabeza, no fue tarea fácil. Tuvieron que pasar siete años para que Darwin plasmara en un borrador de 230 páginas su teoría sobre la evolución. Aunque el manuscrito podría haber seguido guardado hasta su muerte si no hubiera recibido en 1858, quince años más tarde, el borrador de un artículo del joven naturalista Alfred Wallace. Wallace, con el que Darwin mantenía frecuente correspondencia, esbozaba en su escueta nota una teoría de la selección natural asombrosamente parecida a la que Darwin guardaba en su secreto manuscrito.

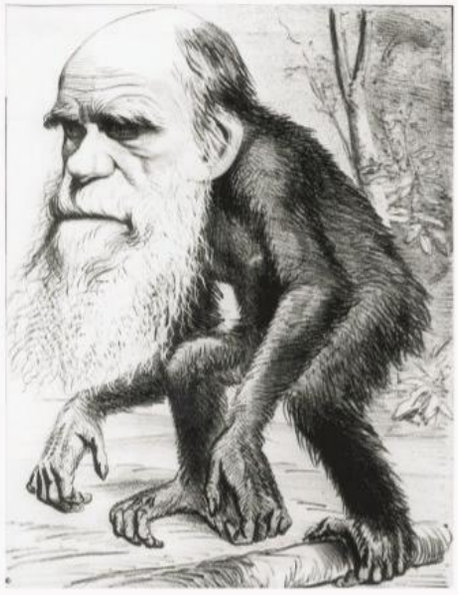
La publicación en 1859 de *El origen de las especies...* provocó una controversia sin precedentes en la historia de la ciencia. Desde las instancias más conservadoras se inició una campaña de desprestigio, incluso de mofa, de Darwin y sus seguidores.

El suceso más conocido tuvo lugar, en ausencia de Darwin, el 30 de junio de 1860 en una reunión de la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia en Oxford.

El obispo anglicano de Oxford y brillante orador, Samuel Wilberforce, le preguntó a Thomas Huxley* si él creía venir del mono por parte del abuelo paterno o del materno. Huxley le contestó que prefería declararse pariente de un humilde mono antes que de alguien que utilizaba sus conocimientos y su elocuencia en tergiversar



Distribución de las especies de tortugas en las islas Galápagos.



Caricatura de Darwin publicada en su época.

las teorías de aquellos que dedican sus vidas a la búsqueda de la verdad. Semejante respuesta era una impertinencia escandalosa, así como una falta de respeto al cargo que ostentaba Wilberforce, y el acto se convirtió de inmediato en un tumulto.

La ocurrencia de Wilberforce revela lo mal que recibió el clero la obra de Darwin.

El caso es que, aunque pudiera parecerles una contradicción, lo que nos caracteriza como seres humanos y nos diferencia de otros seres vivos es, precisamente, resultado de la evolución. ■

*Thomas Henry Huxley: Científico británico especialista en anatomía comparada y firme defensor de Darwin, hasta el punto de ser conocido como "el bulldog de Darwin".

En la Web

Repasa la biografía de Charles Darwin.

www.e-sm.net/svbg1bach04_05

ACTIVIDADES

38. Sigue las etapas del viaje de Darwin en smSaviadigital.com AMPLIA y localiza las islas Galápagos.

39. ¿Qué opinas de las reacciones que se produjeron tras la publicación de la obra de Darwin? ¿Podría ocurrir algo así en la actualidad?